

Astro Tipps Aktuell 2 / 03.05.2020

Was war los mit Beteigeuze?

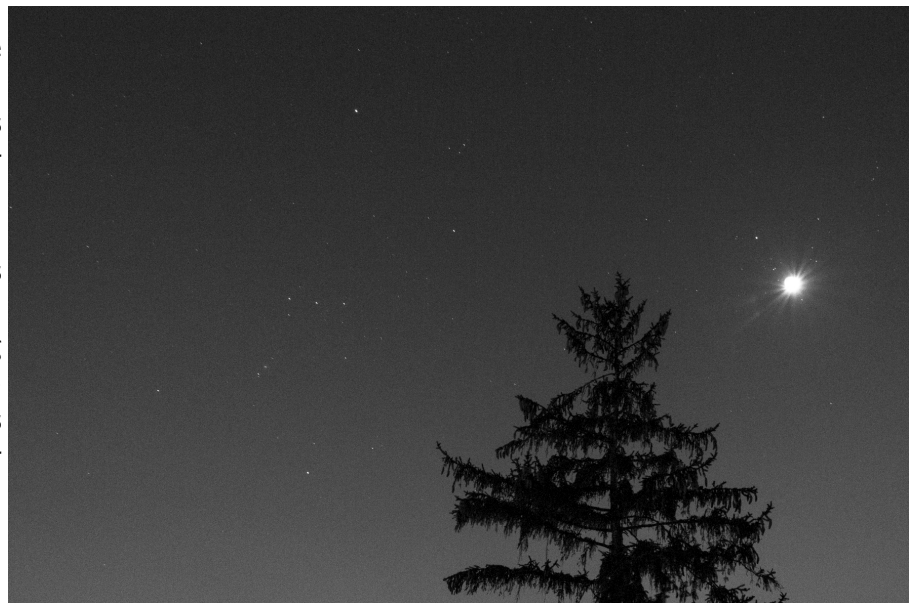
Kurze Antwort:

Nach dem außergewöhnlichen Helligkeitsminimum des Riesensterns „Beteigeuze“ im Sternbild Orion, welches um den letzten Jahreswechsel herum für Schlagzeilen und die Spekulation sorgte, der Stern würde nun möglicherweise als Supernova explodieren, ist der Stern wieder zur Normalhelligkeit zurückgekehrt. Wie es in den nächsten Wochen weitergeht, lässt sich leider schlecht beobachten, da diese Himmelsregion von der Sonne überblendet wird. Erst im Juli taucht der Orion als Sternbild am Morgen wieder auf, und dann können wir wieder sehen, wie es mit Beteigeuze weitergegangen ist.

Erklärung:

Beteigeuze ist der helle Schulterstern des markanten Sternbilds Orion, oben links der Mitte in nebenstehender Abbildung zu sehen.

Das so leicht nach rechts gekippte Sternbild ist im Frühjahr so in Richtung Süd-West in der Abenddämmerung zu sehen, bevor es ein bis zwei Stunden später untergeht.



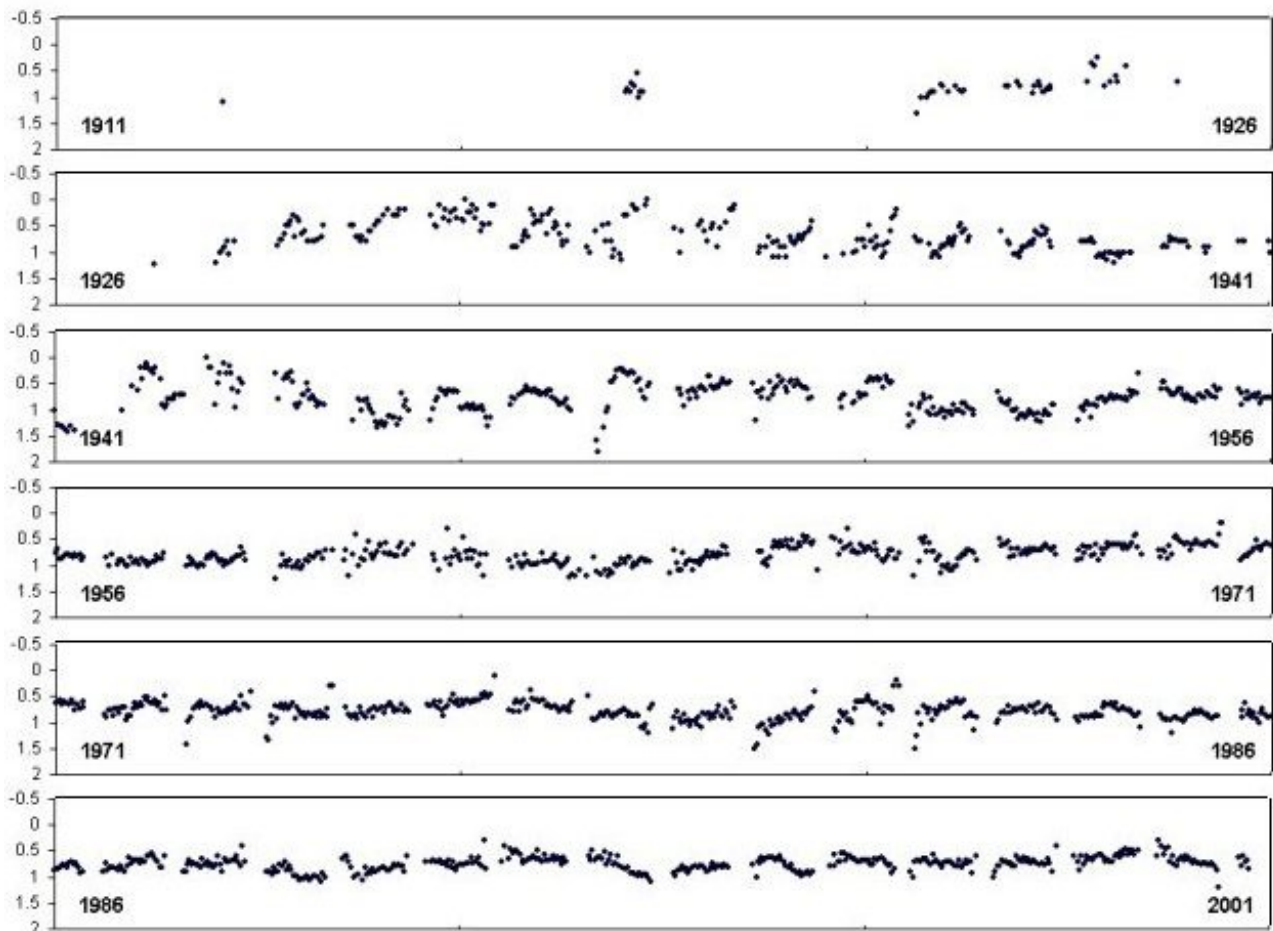
Rechts neben der Baumspitze ist übrigens die Venus zu sehen, die in den Tagen der Aufnahme den Sternhaufen „Hyaden“ im Sternbild Stier durchquerte (Aufnahme: Denise Böhm-Schweizer).

Beteigeuze zählt zu den größten bekannten Sternen. Folgende Daten sind bekannt, wobei man viele Werte nur ungenau angeben kann, weil die Messungen schwierig sind.

- Radius: ca. 800 ... 1000 Sonnenradien
- Leuchtkraft: ca. 100 000 Sonnenleuchtkräfte
- Temperatur: ca. 3 500 K
- Masse: ca. 10 ... 25 Sonnenmassen

Beteigeuze (Stern α im Sternbild Orion, daher auch als Alpha Orionis bezeichnet) ist zwar einer der hellsten Sterne am Himmel, aber seit mehr als 100 Jahren ist bekannt, dass ihre Helligkeit variiert. Die sogenannte Lichtkurve, also die Veränderung der Helligkeit im Laufe der Zeit, zeigt die nachfolgende Abbildung der AAVSO (American Association of Variable Star Observers). Man sieht, dass der Stern mehr oder weniger periodisch heller und schwächer wird.

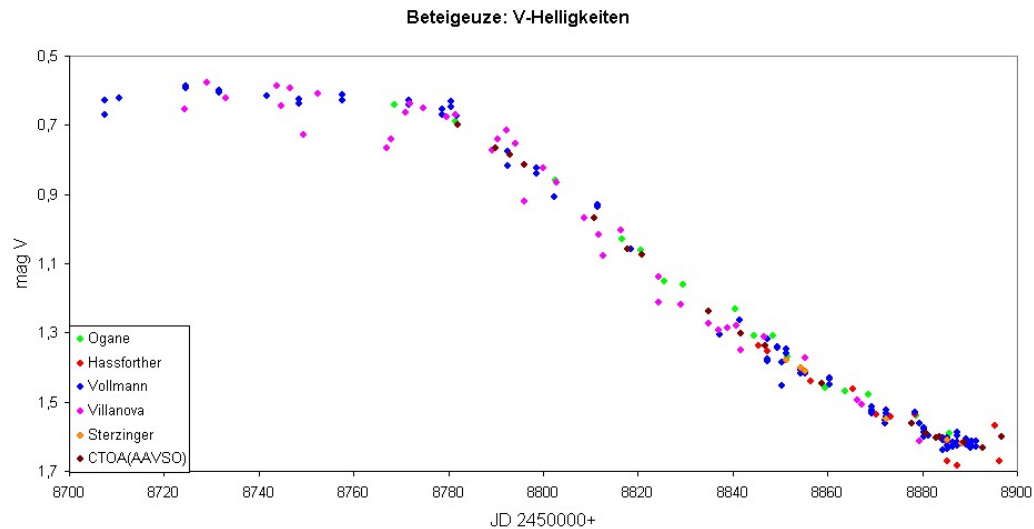
Alpha Orionis (Semiregular) 1911-2001 (10-day means)



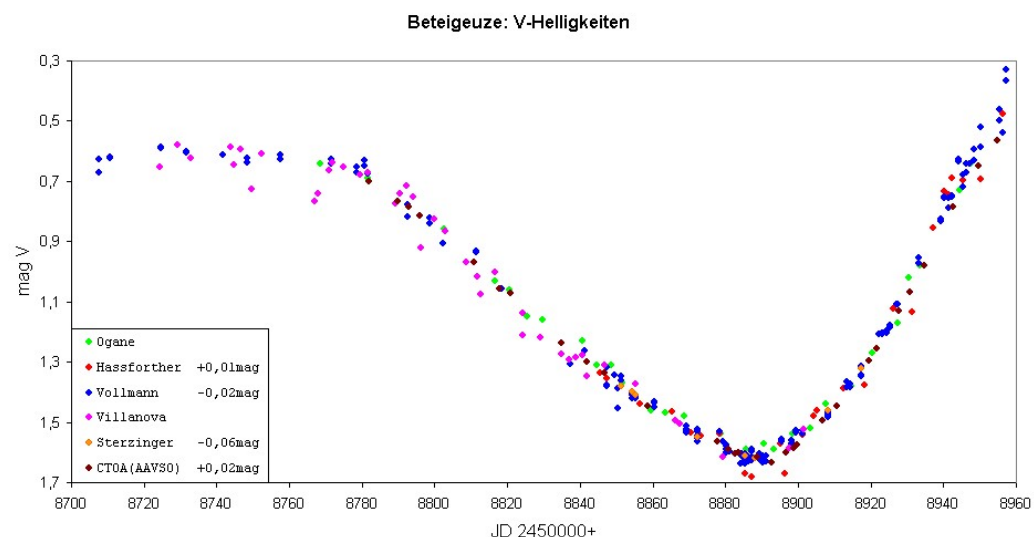
Wegen seiner ungeheuren Größe und Masse ist Beteigeuze ein Kandidat für eine Supernova-Explosion. Dieses Schicksal ist unvermeidlich, aber wir wissen nur ungefähr, dass dies innerhalb der kommenden etwa 100 000 Jahre passieren wird.

Als nun Ende vergangenen Jahres die Helligkeit von Beteigeuze wieder abnahm, war das zunächst nichts ungewöhnliches. Jedoch verfinsterte sich der Stern weit unter das gewohnte Maß, und so schossen die Spekulationen aus dem Boden, ob dies vielleicht ein Vorbote der Supernova-Explosion sein könne.

Noch Mitte Februar 2020 zeigte sich die folgende Lichtkurve von Béla Hassforther und Kollegen, die die Monate August 2019 bis Mitte Februar 2020 überdeckt. Der Helligkeitsabfall ist sehr gut zu sehen, aber noch war unklar, ob der Abstieg weitergeht oder ob bald ein Minimum erreicht ist.



Gut zwei Monate später wissen wir nun mehr: Beteigeuze ist auf dem Weg zurück zur Normalhelligkeit, vielleicht sogar darüber hinaus. Die aktuelle Lichtkurve zeigt die nachfolgende Abbildung (August 2019 bis Mitte April 2020).



Leider können wir in den kommenden Wochen die weitere Helligkeitsentwicklung von Beteigeuze nicht verfolgen, da sie in die „Sonnenlücke“ eintritt. (Durch die Bewegung der Erde um die Sonne steht Beteigeuze für einige Wochen fast genau hinter der Sonne und ist daher unbeobachtbar.)

So etwa ab Juli/August werden wir Beteigeuze wieder am Morgenhimmel im Osten entdecken können.

Denksportaufgabe:

Riesensterne wie Beteigeuze haben nur eine geringe Oberflächenbeschleunigung. Deswegen können Gasmassen leicht entweichen. Die Oberfläche eines solchen Sterns ist nicht so eindeutig ausgeprägt wie etwa bei unserer Sonne.

Wir wollen ausrechnen, wie groß oder klein die Oberflächenbeschleunigung auf der Beteigeuze im Vergleich zur Beschleunigung auf der Erdoberfläche ist.

Da Radius und Masse von Beteigeuze nur sehr ungenau bekannt sind, rechnen wir mit folgenden Größen:

- Masse von Beteigeuze: $M_B \sim 24M_\odot$
- Masse der Sonne: $M_\odot \sim 333\,000M_E$, $M_E = \text{Erdmasse}$
- Radius von Beteigeuze: $R_B \sim 1\,000R_\odot$
- Radius der Sonne: $R_\odot \sim 100R_E$, $R_E = \text{Erdradius}$

Hinweis: Es reicht aus, das Ergebnis in Einheiten der Erdbeschleunigung auszudrücken.

Für Puristen:

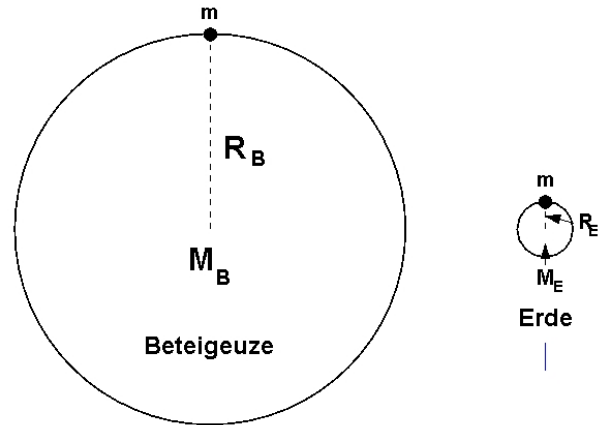
Die angegebenen Größen sind natürlich nur Näherungswerte. Diese Astro-Tipps sollen ja Zusammenhänge vermitteln und dabei nur grobe Abschätzungen bemühen. Wer es genauer wissen will, sollte zu entsprechenden Büchern greifen oder im Internet recherchieren.

Kontakt:

Fragen oder Hinweise können gerichtet werden an ata@astronomiemuseum.de.

Lösung der Aufgabe:

Nebstehende Skizze zeigt symbolisch – also bei Weitem nicht maßstabsgerecht – Beteigeuze mit der Masse M_B und dem Radius R_B sowie die Erde mit Masse M_E und Radius R_E jeweils als Kugeln.



An der Oberfläche von Beteigeuze bzw. Erde sei eine Probemasse m .

Die Kraft zwischen m und M_B bzw. M_E kann mit dem Newtonschen Gravitationsgesetz berechnet werden:

$$F_B = \frac{GM_B m}{R_B^2}, \quad \text{bzw.} \quad F_E = \frac{GM_E m}{R_E^2}.$$

Dabei ist G die Newtonsche Gravitationskonstante.

Die auf m wirkenden Anziehungskraft ist gleich der Gewichtskraft an der Oberfläche von Beteigeuze bzw. Erde. Entsprechend des zweiten Newtonschen Axioms, wonach Kraft gleich Masse mal Beschleunigung gilt, können wir schreiben:

$$F_B = mg_B, \quad \text{bzw.} \quad F_E = mg_E$$

mit g_B als Schwerebeschleunigung an der Oberfläche von Beteigeuze und g_E der an der Erdoberfläche.

Damit können wir das Verhältnis der beiden Beschleunigungen ausdrücken und die Kräfte durch die obigen Formeln der Gravitationskraft ausdrücken und diverse Kürzungen vornehmen:

$$\frac{g_B}{g_E} = \frac{mF_B}{mF_E} = \frac{F_B}{F_E} = \frac{GM_B m / R_B^2}{GM_E m / R_E^2} = \frac{GM_B m R_E^2}{GM_E m R_B^2} = \frac{M_B R_E^2}{M_E R_B^2}.$$

Mit den gegebenen Größen

$$M_B \sim 24M_\odot = 24 * 333\,000M_E \sim 8\,000\,000M_E$$

und

$$R_B \sim 1\,000R_\odot \sim 1\,000 * 100R_E \sim 100\,000R_E$$

erhalten wir schließlich

$$\frac{g_B}{g_E} = \frac{8\,000\,000M_E * (R_E)^2}{M_E * (100\,000R_E)^2} \sim 0.0008 \sim 0.001$$

Die Oberflächenbeschleunigung (und damit auch die Gewichtskraft) auf Beteigeuze beträgt also nur etwa 1/1000 der auf der Erde.